

2. 地すべり防止区域等の関係市町

地すべり防止区域の関係市町は、吾川郡仁淀川町となっており、地域外被害想定区域の関係市町は、高知市、土佐市、吾川郡いの町となっている。

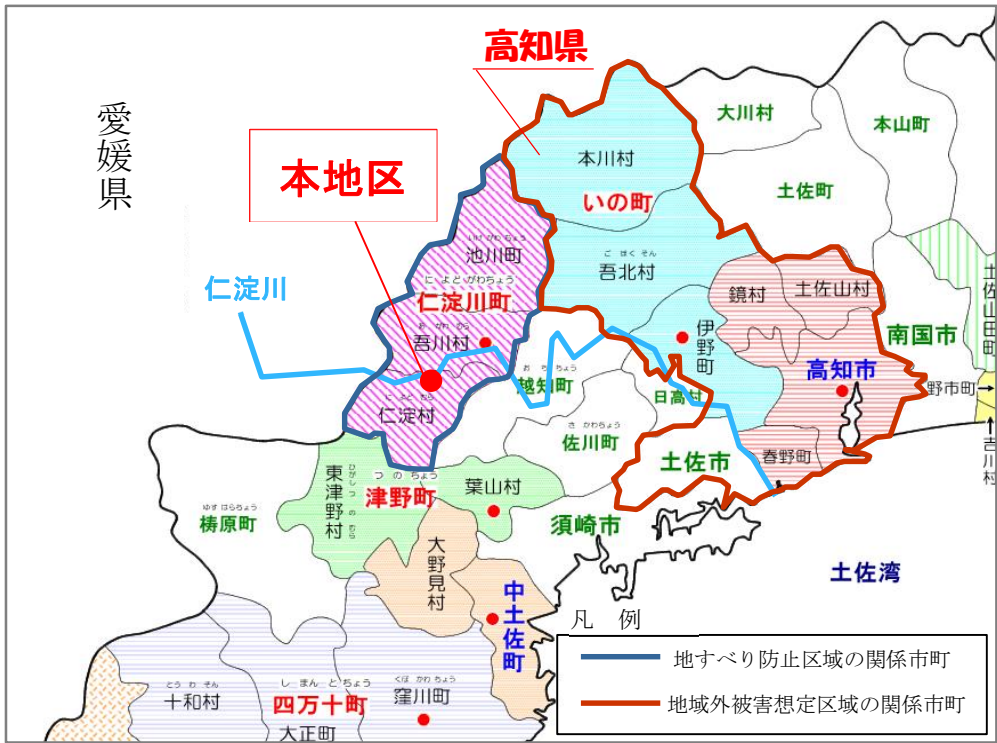


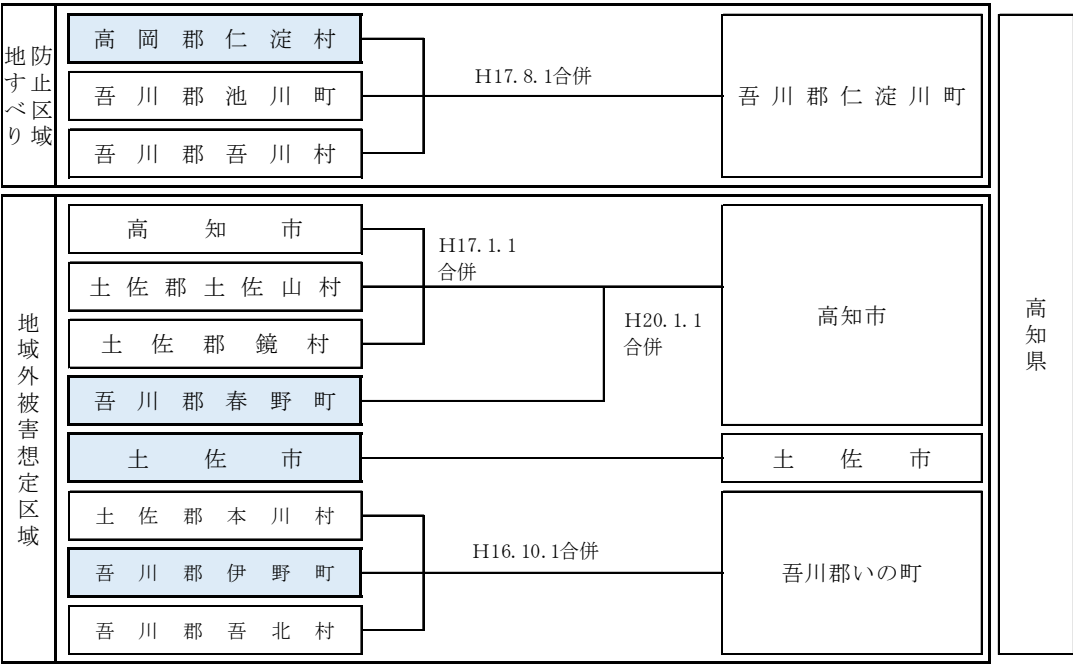
図 1-8 地すべり防止区域及び地域外被害想定区域の関係市町位置図

地図：国土交通省国土地理院『全国都道府県別・市町村合併新旧一覧図（平成 15 年以降） 高知県』

○ 関係市町の合併状況

【基本計画書作成時点】
（平成16年4月）

【事業完了時：平成30年度】



※青色は、本事業に関係する旧市町村
資料：高知県 HP

3. 地すべり防止対策工法の概要

(1) 地すべり発生の仕組み

本地区の地質は、秩父帯に属し、地質自体が破碎質であるのに加え、風化や変質によって脆弱化しやすい泥質岩などの岩石が混在する部分も多く、地すべり等が発生しやすい特性を有している。

過去にこの破碎帯が侵食され、谷が形成された後、その谷を斜面の崩壊土砂が埋め、谷に沿って移動しながら、さらに次の崩壊により崩土が供給され、この繰り返しの繰り返しにより厚い崩土が堆積したものと考えられる。

崩積土の基底は、その谷に沿う移動のたびにすべり面が形成されており、豪雨の際の雨水が地面にしみこみ、すべり面が水を含んで滑り易くなり、さらに急激な地下水上昇により、すべり面の間隙水圧が増加して崩積土を押し上げることが原因で、地すべりが発生するものと考えられる。

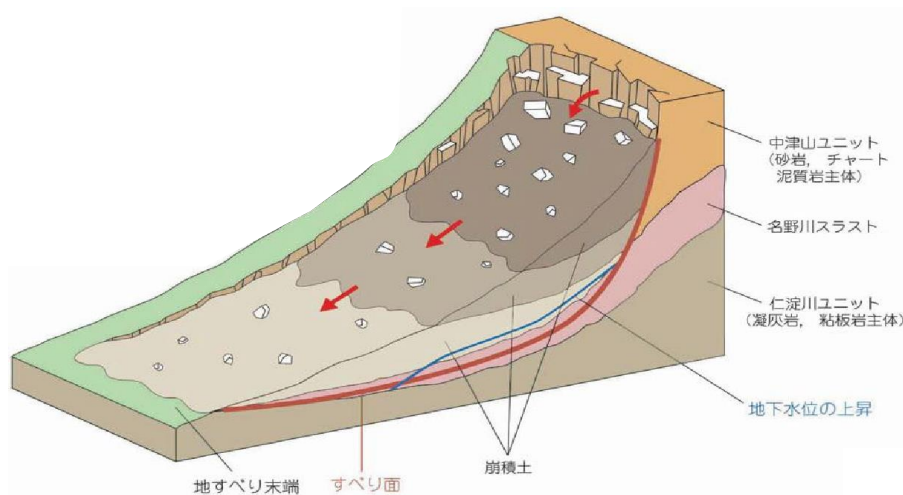


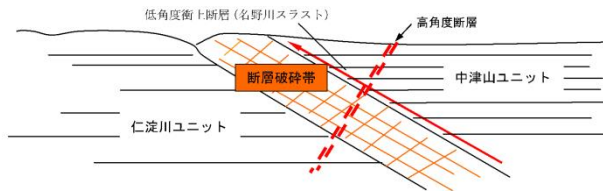
図 1-9 本地区の D ブロックにおける地すべり機構

出典：高瀬地区技術誌 p. 60

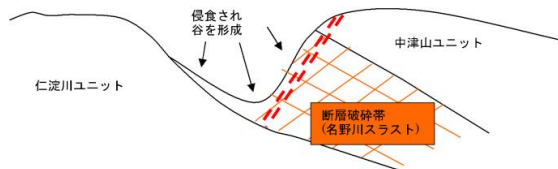
【本地区の地すべり構造の発達過程】

主にDブロックの形成過程から推定される、地すべり構造の発達過程の概念図を図1-10に示す。

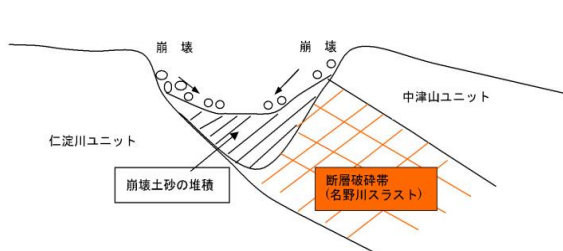
- ① 中津山ユニットが仁淀川ユニットの上に乗り上げ、名野川スラスト（断層破砕帯）を形成、その後Dブロック西縁にて高角度の断層活動



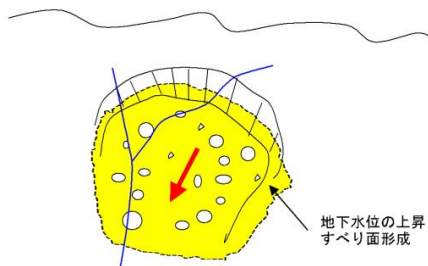
- ② 名野川スラストは大規模な断層破砕帯となっているため、周辺の地層よりも侵食を受け易く谷が形成される。



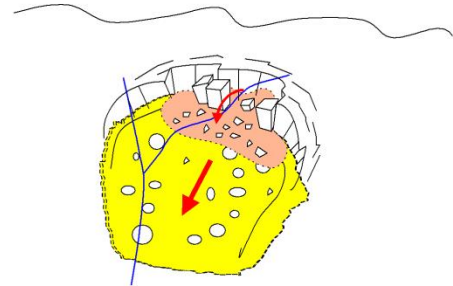
- ③ 谷が深くなり、背後の山が不安定になって崩壊、谷を埋める。



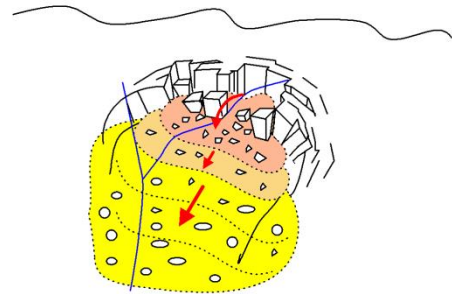
- ④ 谷を埋めた土砂は、大雨の際に地下水位が急激に上昇することによってすべる。



- ⑤ ④により背後の山が再び不安定となって崩壊、さらに谷を埋める。



- ⑥ ④・⑤を繰り返して厚い地すべり崩土が形成された。



【現在の形状】

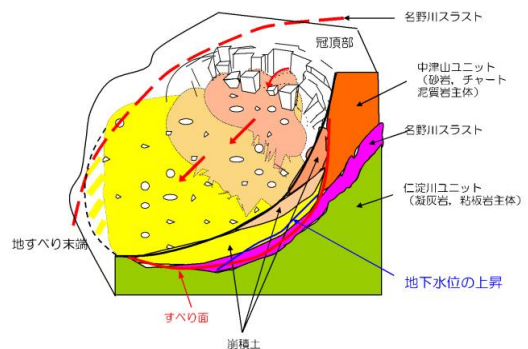


図1-10 本地区のDブロックにおける地すべり構造の発達過程

（２）工法決定の地質的特色

本地区では、いずれのブロックにおいても、地下水位が高く地すべりの要因となっていることから、地下水位を低下させる抑制工を基本として計画し、抑制工で必要な安定が確保できない場合に、抑止工と併用させることとした。

（３）工法の選択

地すべり対策工施工の手順としては、抑制工（承・排水路工、水抜きボーリング工、集水井工、排水トンネル工）を先行実施し、その後、抑制工実施による地下水位低下等の効果を確認した上で、必要に応じて抑止工（アンカー工、鋼管杭工）を実施する方針とした。

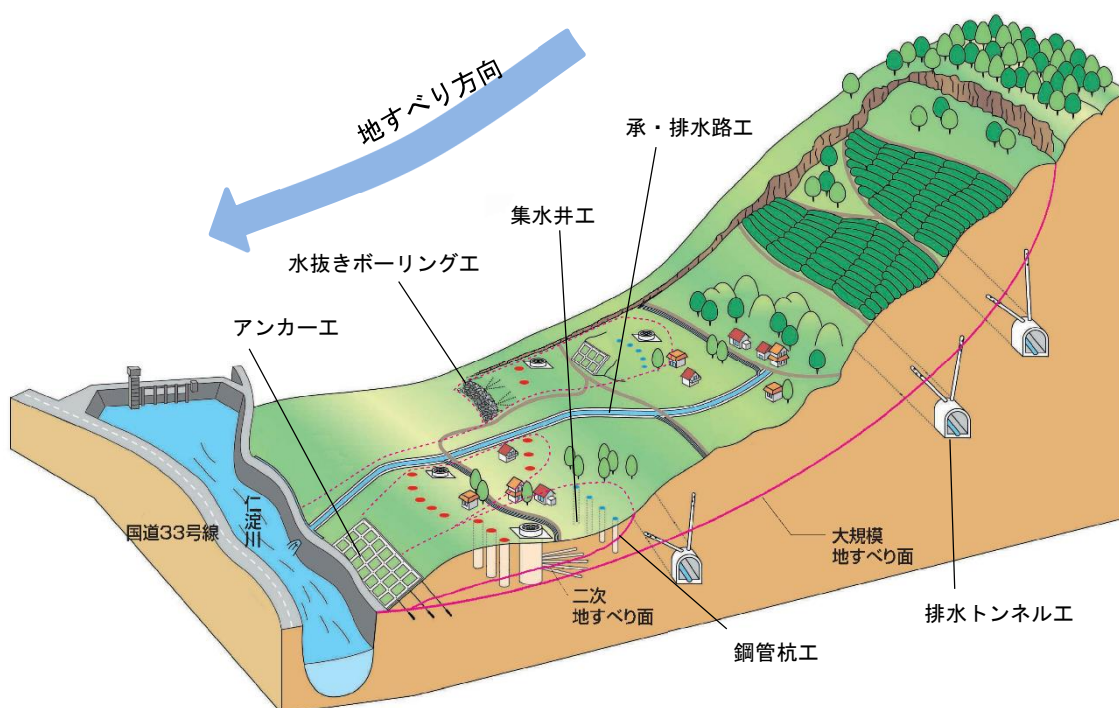


図 1-11 地すべり防止工事のイメージ図

（出典：農林水産省直轄地すべり対策事業「高瀬地区」再評価説明資料）

① 抑制工

i 承水路工、排水路工

斜面を流下する地表水や水抜きボーリングから排出された水が地下に浸透する前に捕水し、速やかに地すべり地域外へ排除し、地すべりを起きにくくする。



完成後

出典：高瀬農地保全事業所 完工式パンフレット



完成後

出典：高瀬地区技術誌 p. 4

ii 水抜きボーリング工

横方向にボーリングを行い、地表から比較的に浅いところの地下水を排除する。



工事中（削孔）

出典：高瀬地区技術誌 p. 5

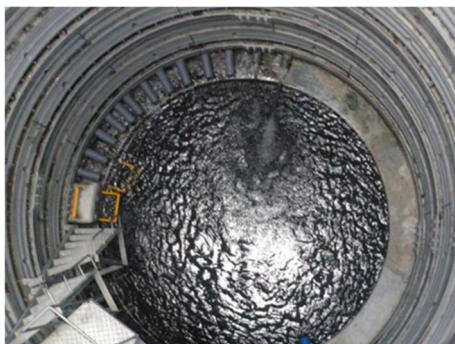


完成後

出典：高瀬地区技術誌 p. 5

iii 集水井工

井戸を掘り、井戸の中から横方向にボーリングを行い、通常の水抜きボーリング工では届かない深い位置にある地下水を排除する。集水した水は、地下排水管により地表の排水路まで導水して放流する。



集水井内部

出典：高瀬地区技術誌 p. 6



完成後 外景

出典：高瀬地区技術誌 p. 275

iv 排水トンネル工

トンネルを掘り、トンネルの中から斜め上方向にボーリングを行い、地表から深いところの地下水を排除する。



地下水排除状況

出典：高瀬農地保全事業所 完工式パンフレット



トンネル出口

出典：高瀬地区技術誌 p. 7

② 抑止工

i アンカー工

地すべり土塊と動かない地盤を鋼材（アンカー）で締め付けて固定し、地すべりを止める。



工事中（削孔）

出典：高瀬地区技術誌 p. 8



完成後

出典：高瀬地区技術誌 p. 8

ii 鋼管杭工

鋼管の杭を地すべり土塊とその下の動かない地盤まで貫くように深く打ち込んで、地すべりを止める。



工事中（鋼管建込）

出典：高瀬地区技術誌 p. 9



完成後

出典：高瀬地区技術誌 p. 9

③ 施工した地すべり対策工

本地区において施工した地すべり対策工は、表 1-4、図 1-12 のとおりである。

表 1-4 地すべりブロックの概要および対策工一覧

ブロック名			ブロック規模(m)			保全 対象	危険度の判定要素					危険度	安全率		対策工
区分	全体実施 設計時	事業中 変更	延長	幅	最大 層厚		安定度の判定要素			安定度	重要度		*現況 Fs	計画 P. Fs	
							活動 状況	地すべり 履歴	地すべり 地形						
A	(A上段)	A-1	160	130	20	農地 民家 道路	変動 なし	部分的	やや 不明瞭	中	大	「中」	1.00	1.20	水抜きボーリング工 A1, A2, A3, A4
	(A全体)						変動 なし	部分的	やや 不明瞭	中	大	「中」	1.00	1.10	水抜きボーリング工 A5, A6
	—	A-2	120	120	20	農地 道路	変動 なし	なし	明瞭	中	中	「中」	1.00	1.10	水抜きボーリング工 A5, A6
	—	A-3	70	70	18	農地 道路	変動 なし	なし	やや 不明瞭	高	中	「小」	—	—	危険度「小」のため対策工なし
	—	A-4	200	150	50	農地 民家 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	0.98	1.10	集水井工 A1, A2
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	承水路工 A7*ロック 排水路工 A1
B	—	B-1	300	270	46	農地 民家 道路	変動 なし	部分的	やや 不明瞭	中	大	「中」	0.98	1.20	水抜きボーリング工 B2, B3, B4, B5, B6, B7 集水井工 B1, B3
	(B-1-1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B-1-2		100	60	12	農地 民家 道路	変動 あり	部分的	明瞭	低	大	「大」	0.98	1.20	水抜きボーリング工 B6 アンカー工 B1
	**B-2		150	70	25	農地 民家 道路	変動 なし	部分的	明瞭	中	大	「中」	0.98	1.20	水抜きボーリング工 B8, B9 集水井工 B2
	(B-3)	B-3-1	70	60	8	農地 民家 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	中	大	「中」	1.00	1.15	顕著な変位は認められず、総合評価に より対策工の必要性なしと判断
		B-3-2	80	70	19.5	農地 民家 道路	変動 あり	部分的	明瞭	低	大	「大」	0.98	1.20	水抜きボーリング工 B1 アンカー工 B2
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	承水路工 B7*ロック 排水路工 B1
C	C-1		90	110	25	農地 民家 道路	変動 あり	部分的	明瞭	低	大	「大」	0.98	1.20	水抜きボーリング工 C1, C2, C3 鋼管杭工 C1
	C-2		200	130	15	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	中	中	「中」	1.00	1.10	水抜きボーリング工 C4, C5, C7
	** (C-3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	C-4	80	50	12	農地 道路	変動 なし	なし	やや 不明瞭	高	中	「小」	1.00	1.20	危険度「小」のため対策工なし
D	(D-0)	D-0	850	420	80	農地 道路	変動 あり	履歴 あり	明瞭	低	大	「大」	0.98	1.10	排水トンネル工 D1, D2, D3, D4
	D-1		110	100	45	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	1.00	1.10	水抜きボーリング工 D-1-1, D-1-2
	D-2		110	70	40	農地 道路	変動 あり	なし	やや 不明瞭	低	中	「大」	1.00	1.10	水抜きボーリング工 D-2-1, D-2-2, D-2-3
	(D-4-1)	D-4	200	110	30	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	0.98	1.10	水抜きボーリング工 D3, D4, D5 集水井工 D1 鋼管杭工 D4
	(D-4-2)														
	(D-6)	D-6	65	100	10	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	0.98	1.10	鋼管杭工 D6
	—	D-7	90	55	15	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	0.98	1.10	アンカー工 D5
	—	D-9	220	120	40	農地 道路	変動 あり	部分的	やや 不明瞭	低	中	「大」	0.98	1.10	水抜きボーリング工 D6 集水井工 D2, D3
	(地山緩 み部)	ゆるみ ゾーン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	アンカー工 D4
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	承水路工 D1, D3-6 排水路工 D1, D2, D3, D4, D5

注) 1.* : 対策工設計時の現況安全率
2.** : 下方ブロックの安定により当該ブロックの安定も図られるとの考えから、全体実施設計時点では安定計算を行っていない
3.()のブロックは、事業中にブロックの形状変更、統合、削除を行ったブロック

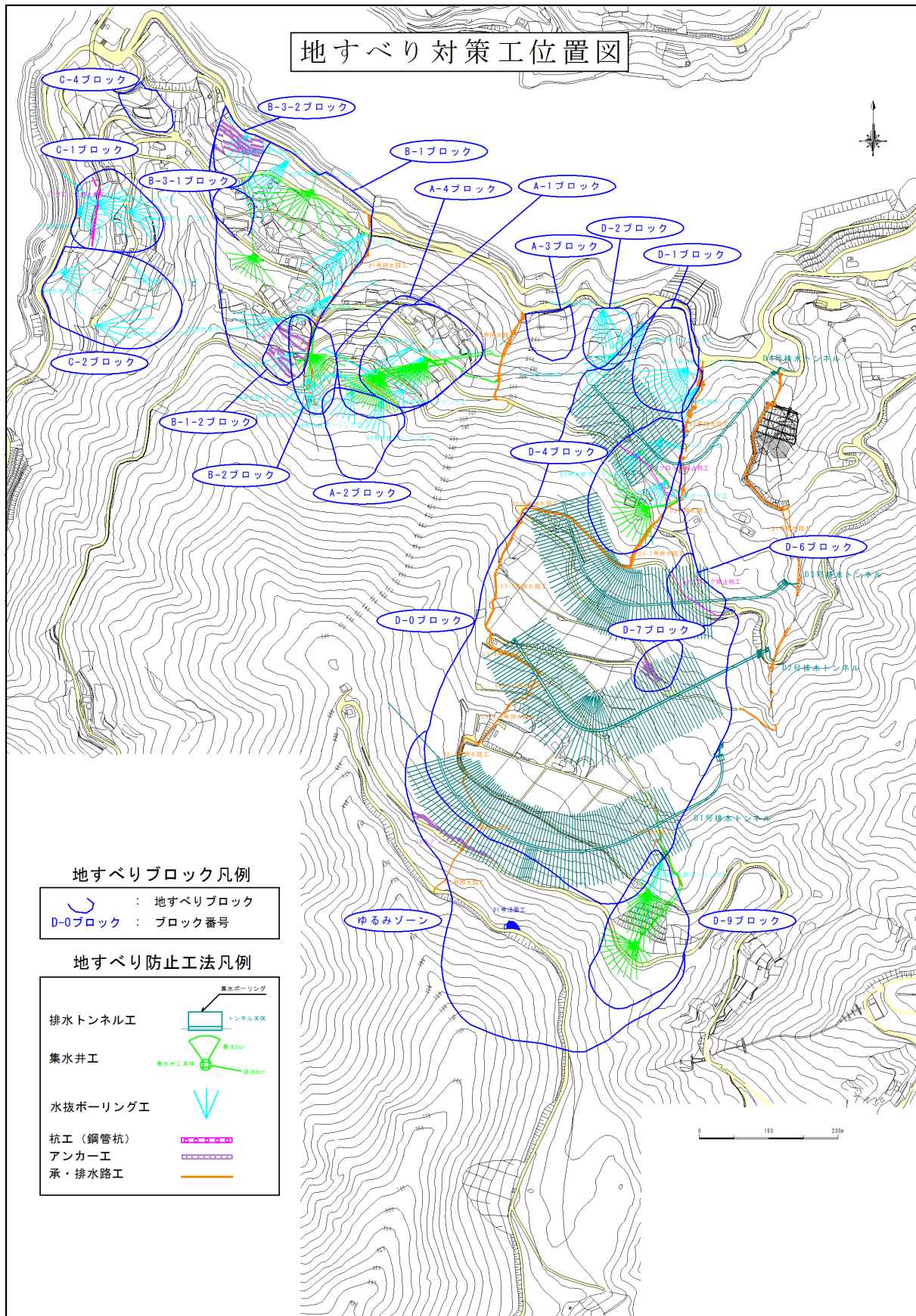


図 1-12 地すべり対策工位置図

4. 対策工の効果判定と評価

(1) 地すべりの概成

地すべりのメカニズムは複雑であり、対策工事で地すべりを完全に止めることは大変困難である。このため、実害がない程度に地すべりの動きが減速した状態、あるいは将来的に動き出す可能性がないとは言えないが止まった状態を確認して「概ね成った」と考え、「概成」と呼んでいる。概成を判断するためには、地すべりの動きの停止や減速の確認が最も重要である。

概成の判断は、以下の効果判定基準に沿ってブロック毎に行い、最終的には区域全体として、p. 19、p. 20 フロー図（図 1-14、図 1-15）に基づき行った。

① 地下水位の観測結果に基づく判定基準

- ・設計水位を設定し、「抑制工のみ施工したブロック」の「対策後の最高水位」が設計水位よりも低ければ、目標達成と判断。
- ・上記の判定基準を満たしていない場合、平常時、豪雨時の地下水位が保全対象に影響がないか確認し、目標達成と判断。

平常時：対策後の基底水位が設計水位以下であるかを確認

豪雨時：対策後の最高水位で安全率 F_s （止めようとする力／すべろうとする力）が 1.0 相当の地下水位以下であるかを確認

② 地すべり変位量の観測結果に基づく判定基準

- ・地すべり変位量の観測（1 年間以上）で、変位速度が基準値以内であることを確認し、判定。

[変動の基準値]

長期的：年間変位 6 mm 未満（月平均 0.5 mm 未満）

短期的：①月間 2 mm 未満

②月間 2 mm 以上の変動が 2 か月連続でないこと

③ 概成判断を行ったブロック

本地区における 19 の地すべりブロックは、危険度「小」が 2 ブロック、危険度「中」が 6 ブロック、危険度「大」が 11 ブロックである。

このうち、3 ブロック（A-3、B-3-1、C-4）は、地すべり活動の安定度、重要度等から危険度を判定した結果、対策工は必要なしとなった。

概成判断の対象となる 16 ブロックについては、対策工の効果判定基準の内容等により、概成判断基準を適用して判定した。

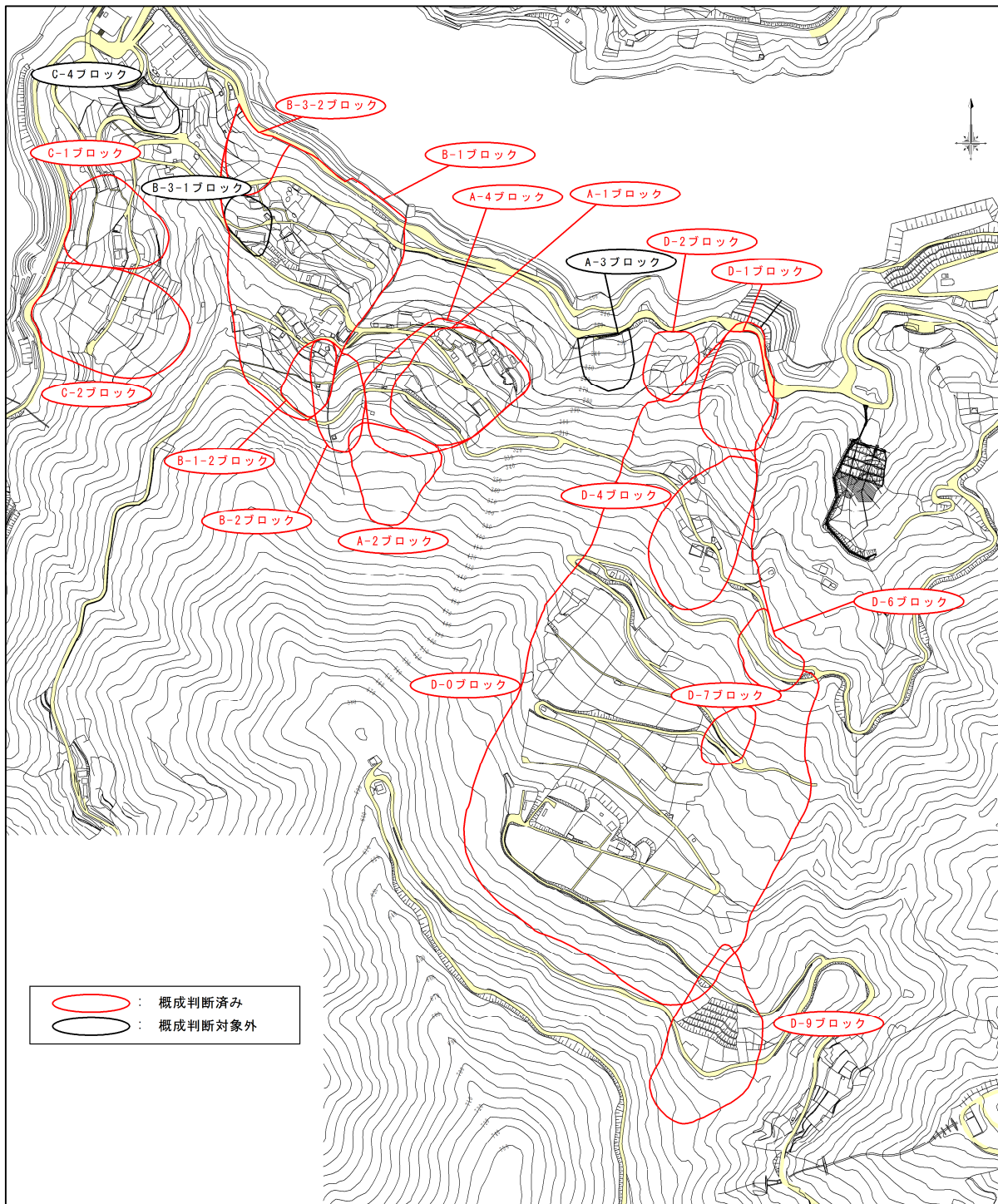


図 1-13 地すべりブロックの概成判断結果

出典：高瀬地区技術誌

5. 概成判断結果

(1) 危険度「中」の概成判断結果

危険度「中」の5ブロック（A-1、A-2、B-1、B-2、C-2）は、全て対策工の効果が認められ、変位量も基準内であるため、概成と判断した。また、平成29、30年度の観測結果も概成判断基準を満たしていることを確認した。

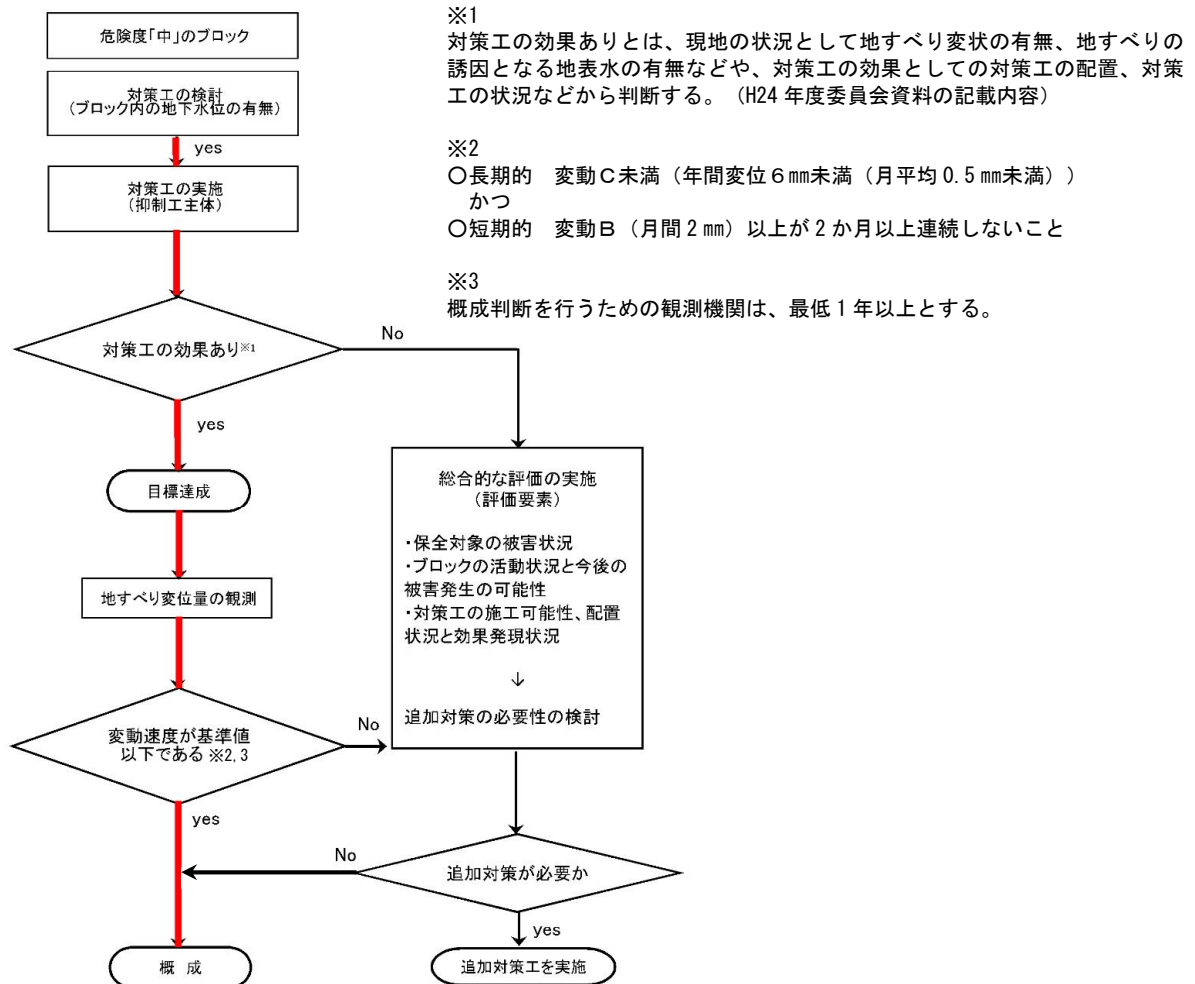


図 1-14 危険度「中」ブロックの概成判断結果（赤線は判定ルートを示す）

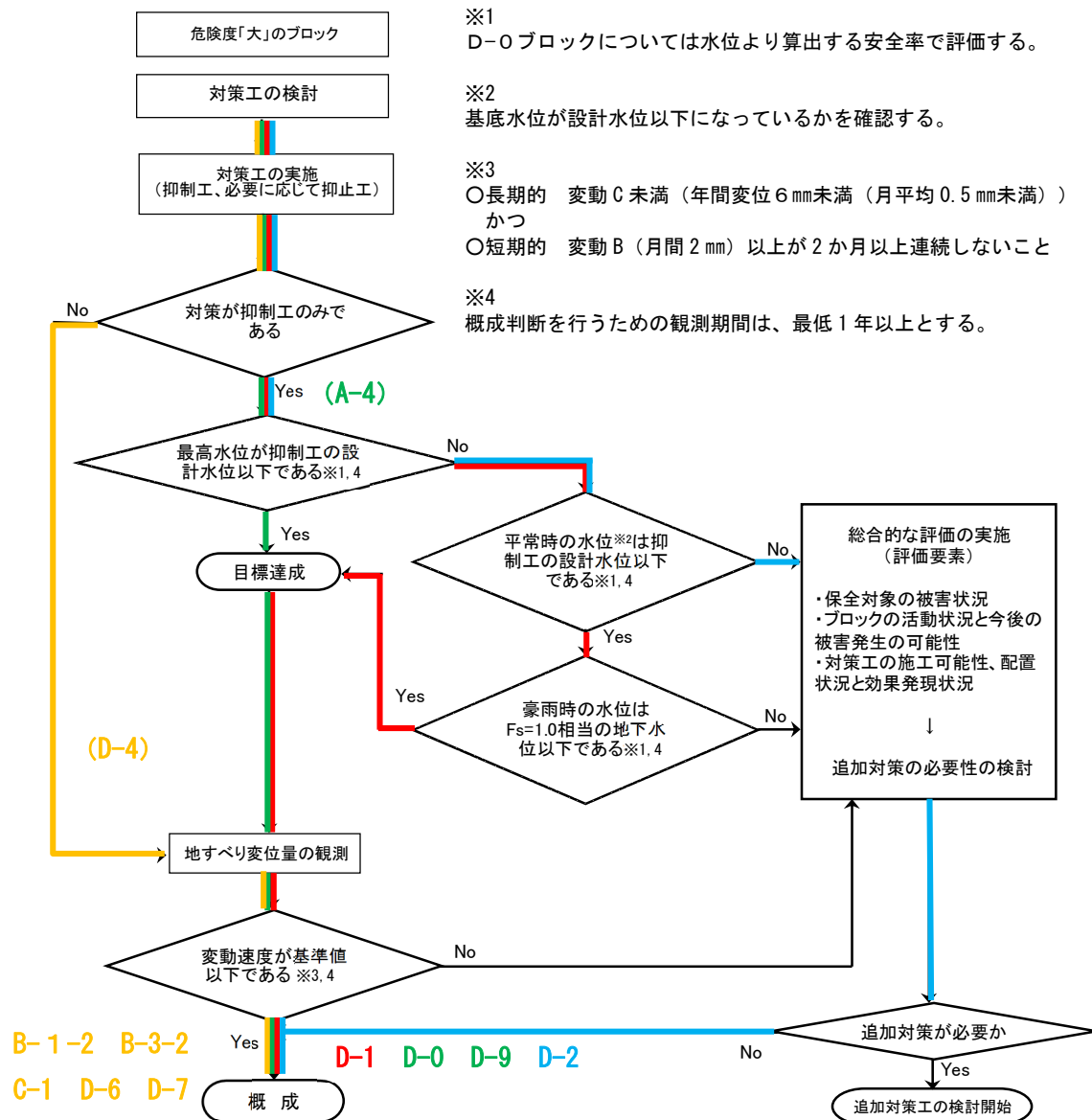
（出典：「H30 地すべり対策技術検討委託業務報告書」P17）

(2) 危険度「大」の概成判断結果

危険度「大」の11ブロックのうち、B-1-2、C-1、D-1、D-2、D-6、D-7の6つのブロックは平成28年度、B-3-2、D-0、D-9の3ブロックは平成29年度、A-4、D-4の2ブロックは平成30年度に概成と判断した。平成28・29年度に概成判断したブロックについては、平成30年度までに代表孔で観測した結果も概成判断基準を満たしていることを確認している。

表 1-7 危険度「大」ブロックの概成判定結果

対策工の条件	概 成
抑制工のみ	A-4、D-0、D-1、D-2、D-9
抑止工あり	B-1-2、B-3-2、C-1、D-4、D-6、D-7



※1

D-0ブロックについては水位より算出する安全率で評価する。

※2

基底水位が設計水位以下になっているかを確認する。

※3

○長期的 変動C未満（年間変位6mm未満（月平均0.5mm未満））
かつ
○短期的 変動B（月間2mm）以上が2か月以上連続しないこと

※4

概成判断を行うための観測期間は、最低1年以上とする。

図 1-15 危険度「大」ブロックの概成判断結果（各線の色は判定ルートを示す）

（出典：「H30 地すべり対策技術検討委託業務報告書」P18）

6. 事業完了時の評価

対策工を実施し、概成判断を行った全てのブロックについて、概成判断基準を上回る水位上昇および変位量は認められなかった。

また、平成15年以降、GPSを用いて観測してきた地表移動量についても、対策工を実施したブロックでは変位が抑制されていることが明らかとなっている。

よって、本事業により実施してきた対策工の効果は十分発揮されており、事業の目的である全ブロックの概成を達成したことから、平成30年度に事業を完了した。